

**Кловач Е.В., Ткаченко В.А.**

**Об обосновании использования аудита  
промышленной безопасности**

**Аннотация:** Представлены аргументы необходимости расширения ряда элементов регулирования промышленной безопасности. С использованием математического аппарата теории управления приведено обоснование возможности использования аудита в этих целях. Сделан вывод о том, что наличие новых элементов регулирования позволит повысить общий уровень промышленной безопасности.

**Ключевые слова:** элемент регулирования, промышленная безопасность, аудит

Стремление обеспечить необходимый уровень безопасности таких сложных систем, как действующие организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты, и постоянно повышать уровень этой безопасности приводит заинтересованные стороны к поиску новых способов достижения этой цели. Среди возможных нововведений в этой области управления рассматривается возможность использования аудита в сфере промышленной безопасности. Проводится подготовительная работа, на практике отрабатываются механизмы его применения [1], но помимо этого необходимо и, по возможности, научное обоснование его использования, чему и посвящена настоящая работа.

При этом обосновании использована терминология из области общей теории управления организационными системами [1], к коим, безусловно, можно отнести и модель взаимодействия «государство» – «организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты» на более высоком уровне, и «системы управления промышленной безопасностью в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты» на более низком [2].

Пусть «Центр» – госрегулятор в области промышленной безопасности (Ростехнадзор), который определяет и внедряет через нормативное регулирование элементы управления промышленной

безопасностью в части осуществления контрольных и надзорных функций.

Агент – организация, эксплуатирующая опасные производственные объекты (далее – АГ).

$y$  – действия, которые может осуществлять АГ исходя из того, что ему предоставляет и позволяет Центр.

Тогда  $A$  – множество возможных действий АГ – то бишь, по сути, набор возможностей использования элементов регулирования, предоставляемых и регулируемых Центром (внедрение систем управления, осуществление производственного контроля, дистанционный контроль, аудит промышленной безопасности и т.д.). При этом,  $y \in A$ .

$z$  – результат внедренных действий (после осуществления АГ действий  $y$  из множества  $A$  под влиянием обстановки), другими словами, полученный результат от использования того или иного элемента регулирования, будь он окончательный, или промежуточный.

Тогда  $A_0$  – множество возможных результатов АГ (рост/снижение аварийности, рост/снижение количества инцидентов, поддержание уровня промышленной безопасности на прежнем уровне, рост/снижение затрат на обеспечение промышленной безопасности и т.д.). Конечно же,  $z \in A_0$ . Важно отметить, что множество  $A_0$  по сути является стабильным по своему составу в отличие от множества  $A$ , которое может пополняться и расширяться за счет внедрения Центром новых элементов регулирования промышленной безопасности.

Возможное несовпадение действия АГ и результата его деятельности может быть обусловлено влиянием обстановки – внешней среды, действий других участников ОС (здесь и далее – организационная система) (другие надзорные органы, поставщики услуг (например, аудит промышленной безопасности)) и т.д.).

$R_{A0}$  – предпочтение АГ из всего множества возможных результатов. Множество возможных предпочтений АГ тогда –  $\mathcal{R}_{A0}$  (снижение аварийности, снижение количества инцидентов, развитие системы управления промышленной безопасностью, снижение затрат на обеспечение промышленной безопасности и т.д.). Это подмножество формируется вполне примитивным естественным образом.

Предпочтения из множества  $\mathbb{K}_{A_0}$  АГ можно параметризовать переменной  $\mathbf{r}$ , принимающей значения из подмножества  $\Omega$  действительной оси,  $\Omega \in \mathbf{R}^1$ . То есть множество  $\mathbb{K}_{A_0}$  АГ параметризуется множеством переменных  $\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \mathbf{r}_3$  и т.д. В рассматриваемом случае переменной будет являться количественный параметр промышленной безопасности, который сразу или же путем итераций должен привести к целевому показателю, назначаемому Центром и принимаемому АГ – задаваемый уровень промышленной безопасности (будь то организации, региона, страны). Получаем, что общая цель в области промышленной безопасности ( $\mathbf{C}_{\text{ПБ}}$ ) для Центра есть сумма предпочтений из множества предпочтительных результатов всех АГ  $\mathbf{C}_{\text{ПБ}} = \sum \mathbf{R}_{A_0}$ .

При выборе действия  $\mathbf{y} \in \mathbf{A}$  АГ руководствуется своими предпочтениями (в том числе и используемым параметром) и тем, как выбираемое действие влияет на результат деятельности  $\mathbf{z} \in \mathbf{A}_0$ , то есть некоторым законом  $\mathbf{W}_I(\times)$  изменения результата деятельности в зависимости от действия (форма реализации в конкретном АГ, выбор поставщиков услуг, компетентность собственного персонала АГ, компетентность инспекторского состава Центра, качество оборудования и программного обеспечения, и т.д.) и обстановки, информация о которой отражена переменной  $\mathbf{I}$  (в нее входит информация и о самом элементе регулирования, механизме его использования, ранее полученных результатах у аналогичных АГ, возможных вариантах использования и т.д.). Выбор действия агентом определяется правилом индивидуального рационального выбора  $\mathbf{P}^{\text{WI}} (\mathbb{K}_{A_0}, \mathbf{A}, \mathbf{I}) \in \mathbf{A}$ , которое выделяет множество наиболее предпочтительных, с точки зрения АГ, действий. Предпочтение определяется, в том числе, и наличием тщательной нормативной проработки каждого элемента регулирования промышленной безопасности со стороны Центра.

Таким образом то, что выберет АГ, зависит от наличия этого элемента регулирования промышленной безопасности, как такового, массива информации, а также от того, что благодаря именно этому элементу регулирования АГ хочет, и может на основе ранее полученного у других АГ результата, достичь.

Правило индивидуального рационального выбора определим следующим образом. Примем две гипотезы:

1) гипотезу рационального поведения, заключающуюся в том, что **АГ** с учетом всей имеющейся у него информации выбирает действия, которые приводят к наиболее предпочтительным результатам деятельности;

2) гипотезу детерминизма, заключающуюся в том, что **АГ** стремится устранить (с учетом всей имеющейся у него информации) существующую неопределенность и принимать решения в условиях полной информированности (другими словами, окончательный критерий, которым руководствуется лицо, принимающее решения (ЛПР), – примем его за руководителя **АГ**, то есть организации, эксплуатирующей опасные производственные объекты, – не должен содержать неопределенных параметров).

Существуют несколько способов задания индивидуальных предпочтений. Наиболее распространены два из них: отношения предпочтения (полученного сиюминутного результата благодаря использованию элемента регулирования) и функции полезности (вклада полученного сиюминутного результата благодаря использованию элемента регулирования в интегральное достижение единой конечной цели  $\Pi_{\text{ПБ}}$ ). Бинарное отношение определяет для пары альтернатив, какая из них является «лучше»; функция полезности ставит в соответствие каждой альтернативе действительное число – полезность этой альтернативы. В соответствии с гипотезой рационального поведения **АГ** выбирает альтернативу из множества «лучших» альтернатив. В случае функций полезности это множество является множеством альтернатив, на которых достигается максимум функции полезности (то есть минимальности пути достижения конечной цели  $\Pi_{\text{ПБ}}$ ).

Итак, речь идет о «наилучшей» альтернативе. Но, если предпочтения **АГ** определены на множестве результатов деятельности, зависящих, помимо его действий, от обстановки (а это так, потому как в деятельность по обеспечению промышленной безопасности вклиниваются экономические аспекты (падение/рост валют), технологические (внедрение нового оборудования/новой технологии в **АГ**), форс-мажорные (актуальный пример с пандемией), появление новых «вводных» со стороны Центра, и

т.д.), то в общем случае не существует однозначной связи между действием АГ и результатом его деятельности. Поэтому, принимая решение о выбираемом действии, АГ должен *предсказывать*, к каким результатам могут привести те или иные действия (здесь существенна та информация, которую он имеет относительно обстановки, включая информацию об «использовании» элемента регулирования – то бишь, «нормальных», однозначно трактуемых, понятных, детальных требований, установленных Центром, а также информация о полученном опыте использования конкретного элемента регулирования), и анализировать предпочтительность соответствующих результатов деятельности.

При рассмотрении математических моделей принятия решений будем различать (основание классификации – объекты и субъекты, относительно которых имеется недостаточная информация) объективную неопределенность, носящую в том числе и прогнозную составляющую (неполная информированность относительно параметров обстановки (экономические аспекты (падение/рост валют), технологические (внедрение нового оборудования/новой технологии в АГ), форс-мажорные и т.д.)) и субъективную неопределенность (неполную информированность о принципах поведения других субъектов (появление новых «вводных» со стороны Центра, «поведение» подрядчиков по предоставлению услуг, наличие их как таковых, качество оказываемых ими услуг, и т.д.)).

Будет использовать следующую модель предпочтений и информированности АГ. Пусть предпочтения АГ на множестве возможных результатов деятельности заданы его функцией полезности  $v(x)$ , а результат деятельности  $z \in A_0$  зависит от действия  $y \in A$  и обстановки  $\theta \in \Theta$  известным образом (использование такого описания не снижает общности, так как в многоэлементных системах партнеры (государство, поставщики, конкуренты, кредиторы, владельцы) каждого АГ могут рассматриваться как внешняя для него среда и их стратегии будут образовывать «состояние природы» (которое, правда, будет для каждого из АГ свое)):  $z = w(y, \theta)$ . Тогда закон  $W_I(x)$  определяется функцией (отображение, связывающее действия и обстановку с результатами деятельности, может рассматриваться как «технология» функционирования некоторого объекта, управление

которым осуществляет АГ (что, собственно, есть ничто иное, как непосредственное функционирование соответствующего структурного подразделения АГ, регламентированное внутренними документами АГ, разработанными на основе, в том числе, установленных Центром требований))  $w(x)$ , отражающей структуру управляемого объекта и той информацией  $I$ , которой обладает АГ на момент принятия решений о выбираемом действии.

Исходя из принципов гипотезы детерминизма, в целях достижения максимального гарантированного результата АГ, устраняя неопределенность, переходит от предпочтений, зависящих от неопределенных факторов, к предпочтениям, зависящим от его собственных действий, – к индуцированным предпочтениям. То есть АГ выбирает те действия, которые являются наилучшими с точки зрения его индуцированных предпочтений, и стремится этим выбором действия максимизировать свою целевую функцию.

Таким образом, приходим к выводу, что чем больше у АГ вариантов использования различных элементов регулирования промышленной безопасности, включая и аудит, тем больше вероятность достижения большинства предпочтительных результатов, которые интегрально дадут достижение цели в области промышленной безопасности и для АГ, и для Центра. При этом действие информационной неопределенности минимизируется максимумом нормативного регулирования использования этих элементов со стороны Центра, то есть, по возможности, приближает АГ к случаю детерминированного изменения результата деятельности – когда он не зависит от обстановки, когда каждому действию  $u \in A$  соответствует единственный результат деятельности, что позволяет максимально быстро добиться факта достижения цели.

#### Литература:

1. Селезнев Г.М., Ермошин В.А., Грибков А.Б., Галютдинов А.В., Кручинина И.А. Ткаченко В.А. Опыт комплексного обследования состояния опасных производственных объектов на примере АО «Апатит» // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 2 – С. 62-66.
2. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – М.: МПСИ, 2005. – 584 с.

3. *Ткаченко В.А.* Система управления промышленной безопасностью с позиций теории систем / Труды XII международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем». – М.: РГГУ, 2004. – С. 432-437.

---

**Скворцов О.Б.**

### **Стандартизация и нормирование вибрационной усталости механизмов и машин**

**Аннотация:** Представлен критический анализ действующих нормативно-правовых документов и принятых в них методик оценки влияния вибрации на состояние сложного технического оборудования. Обоснована необходимость учета высокочастотных вибрационных составляющих с частотами, как правило, выходящими за диапазон контроля типовых современных систем непрерывного вибрационного мониторинга машин и механизмов.

**Ключевые слова:** вибрация, мониторинг, противоаварийная защита, диагностика, усталость, ускорение

#### **Введение**

Начиная с международного стандарта ISO 2372, в настоящее время замененного на серию стандартов в более новых редакциях, и до ГОСТ Р 56646-2015 и современного ГОСТ ИСО 8528-9-2021 для оценки вибрации машин и механизмов принято использовать среднеквадратичные значения интенсивности вибрационной скорости. Такие оценки позволяют оценить текущее значение уровня вибрации оборудования и ориентированы на решение задачи вибрационной диагностики. Такой подход не гармонизирован с нормативными документами и методиками оценки влияния вибрации на надежность, а также работоспособность конструкционных материалов и оборудования при их испытаниях на вибрационные нагрузки. При таких испытаниях важен не только уровень интенсивности вибрации, но и ее продолжительность ее воздействия. Как отмечено в [1], ориентация на оценки интенсивности вибрационной скорости или вибрационного